



PAT-NO: JP404199682A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04199682 A  
TITLE: SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: July 20, 1992

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
TADA, YOSHIHIDE

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
KAWASAKI STEEL CORP N/A

APPL-NO: JP02325759  
APPL-DATE: November 29, 1990

INT-CL (IPC): H01L029/66, H01L029/784  
US-CL-CURRENT: 257/365

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable a semiconductor device to be micronized and enhanced in current drive capacity by a method wherein a thin semiconductor layer formed between a first and a second gate electrode is provided with impurity regions of a first conductivity type and of a second conductivity type doped with impurities respectively, and a PN junction formed of the impurity regions concerned is positioned under the second gate electrode.

CONSTITUTION: A semiconductor substrate 1 is doped with impurities to form a surface diffusion layer 2, and a thin semiconductor layer

is provided onto a first gate electrode through the intermediary of a first insulating film 3. Impurity diffusion thin layers 4 and 5 of first and second conductivity type are provided adjacent to each other to the semiconductor layer concerned, and a PN junction 6 is formed between the layers 4 and 5. Furthermore, a second gate electrode or a top gate electrode 8 is formed on the impurity diffusion thin layers 4 and 5 through the intermediary of a second insulating film 7. If an enough potential difference is present between both the sides of a PN junction, the gate electrodes is made to increase in potential difference between them, whereby a band bend can be enhanced in both height and gradient without limitation. By this setup, a high speed transistor which is micronized and large in current drive capacity can be obtained.

COPYRIGHT: (C) 1992, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-199682

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)7月20日

H 01 L 29/66  
29/784

7735-4M

8422-4M H 01 L 29/78 3 0 1 J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体装置

⑯ 特 願 平2-325759

⑰ 出 願 平2(1990)11月29日

⑱ 発 明 者 多 田 吉 秀 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑲ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

⑳ 代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外5名

## 明 細 書

1. 発明の名称 半導体装置

2. 特許請求の範囲

1. 半導体基板に第1ゲート電極を構成する不純物拡散層領域を設け、その上に第1の絶縁膜を介して形成された薄い半導体層と、その上部に第2の絶縁膜を介して形成された第2ゲート電極とを設け、上記薄い半導体層が第1導電型及び第2導電型にドーパされた不純物領域をそれぞれ有し、これら両導電型領域のPN接合を前記第2ゲート電極の下側に位置させるようにしたことを特徴とする半導体装置。

3. 発明の詳細な説明  
(産業上の利用分野)

本発明はバンド間トンネリングを利用した半導体装置に関するものである。(従来の技術と)

最近、微細素子に適した新規のトランジスタ構造として、バンド間トンネリング作用を利用したトランジスタ、(BBTトランジスタ)がいくつか提

案されている。即ち、第3図(a)および(b)に示すように半導体基板11に通常のようにソース領域12およびドレイン領域13を設け、前記半導体基板11の表面区域のこれら両領域間を含み一方の領域の大部分上に絶縁層14を介してゲート電極15を設け、この際これらソース領域12およびドレイン領域13の一方を反対導電型、好適には基板と同一導電型とし、この領域のMOSゲートの下側のシリコン基板表面部において、第4図に示すように強いバンド曲がり効果を生ぜしめて、ここに生じるバンド間トンネリングにより発生する少数キャリアを駆動電流として用いるようにしている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、この場合には、バンド間トンネリングはMOSの基板表面の空乏層内で発生させており、従って、バンド曲がりの大きさの上限は基板の機能領域の不純物濃度で決まり、バイアスを大きくしても反転層が成長するため、一定の値以上とはなり得ない。即ち、トンネル作用の発生確率はバンド曲がりの落差の絶対値とバンド曲がりの勾配

とで決まり、両者の増加関数となる。

かかる場合において、第5図(a)に示すように、機能領域の不純物濃度が低い場合にはバンド曲がりの勾配(電界強度)が小さく、バンド曲がりの落差の絶対値は大きくなりトンネリングは起きにくい。また、第5図(c)に示すように、機能領域の不純物濃度が高くなると、バンド曲がりの勾配は大きくなるが、逆にバンド曲がりの落差の絶対値は小さくなり、この絶対値の大きさが半導体のエネルギーギャップ値以下になるとトンネリングは起こらなくなる。従ってバンド曲がりの絶対値とバンド曲がりの勾配(電界強度)とを同時に大きくすることができず、従って第5図(b)に示すように、特定の不純物の濃度(例えば、 $2 \sim 5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、好適には $3 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ )のところでのみ、即ち、バンド曲がりの絶対値とバンド曲がりの勾配(電界強度)とが共に中程度である場合にのみ有意なトンネル電流を流すことができるようになる。しかもその電流値はnA程度と極めて微小である。これがため、十分な電流駆動能力

を得ることはできず、高速動作が不可能なため実用性に乏しかった。

本発明の目的は上述した欠点を除去し、バンド曲がりの落差と電界強度とを同時に大きくとり、しかもバンド間トンネル電流をも大きくとることのできる、微細でかつ電流駆動能力の大きな高速用半導体装置を提供せんとするにある。

(課題を解決するための手段)

本発明半導体装置は半導体基板に第1ゲート電極を構成する不純物拡散層領域を設け、その上に第1の絶縁膜を介して形成された薄い半導体層と、その上部に第2の絶縁膜を介して形成された第2ゲート電極とを設け、上記薄い半導体層が第1導電型及び第2導電型にドーパされた不純物領域をそれぞれ有し、これら両導電型領域のPN接合を前記第2ゲート電極の下側に位置させるようにしたことを特徴とする。

(作用)

本発明半導体装置では第1図に示すように、半導体基板1に不純物をドーパした表面拡散層2

を形成し、これを第1ゲート電極、即ち、バックゲート電極として用いる。この表面拡散層2の上に第一の絶縁膜3を介して薄い半導体層を設け、この半導体層に互いに隣接する第1導電型および第2導電型の不純物拡散層4および5を形成し、これら不純物拡散層4および5の間にPN接合6を形成する。さらにこの不純物拡散層4および5の上に第2の絶縁膜7を介して第2ゲート電極、即ち、トップゲート電極8を形成し、これらトップゲート電極8およびバックゲート電極2によって前記PN接合6の全体又はその一部を挟持する。

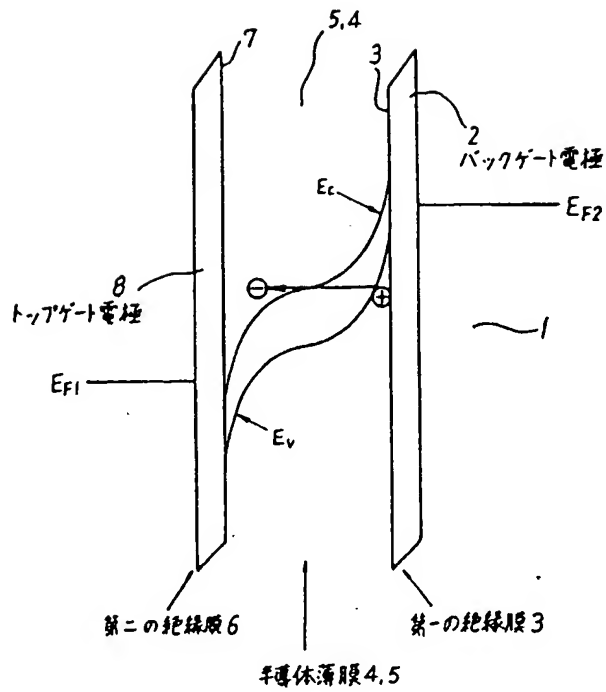
かように構成した上記第一導電型および第二導電型の半導体不純物層4および5のPN接合6に逆バイアスをかけた場合、トップゲート電極/バックゲート電極間に電位差がないときはPN接合に電流は流れないが、トップゲート/バックゲート間に十分な電位をかけるとこれらゲート電極間に挟まれた半導体層内のバンドが曲げられ価電子帯と伝導帯との間でバンド間トンネリングが起こり、少数キャリアが発生するため、PN接合6を通して

電流が流れるようになる。この場合、バンド曲がりは2つのゲート電極間に挟まれた半導体層内で起るため、両ゲート電極間の電位差を大きくすればバンド曲がりの落差および勾配の双方を同時に大きくすることができ、バンド間トンネリングの起こる部位は特定不純物濃度の場所に限定されない。

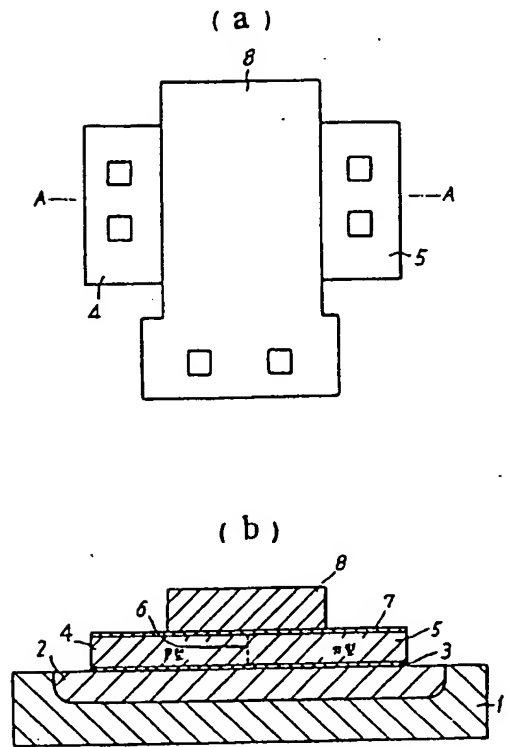
また、バンド間トンネリングが起こる部位がPN接合の中にあり、強い横方向電界を受けるため、トンネリングにより発生したキャリアは、速やかにPN接合の両側に掃けて、反転層を成長させない。従って、PN接合間に十分な電位差があれば、両ゲート電極間の電位差を大きくすることにより、バンド曲がりの落差および勾配の双方を同時に制約なく大きくすることができる。

本発明によるMOS構造を使ったBBTトランジスタはその駆動電流値の制約を一切受けず、大きな駆動電流の得られる高速トランジスタを実現することができる。

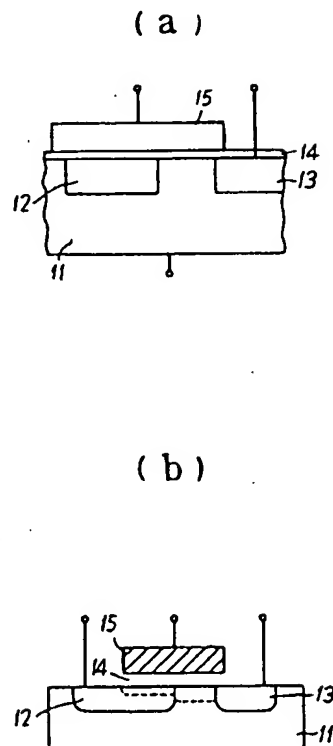
第 1 図



第 2 図



第 3 図



1990

INT-CL (IPC): H01L029/66, H